2. 自動測定データの評価・解析方法

2.1 自動測定データの解析方法

12ヶ所の測定所で得られた自動測定データについて、評価・解析を行った。

なお、装置のトラブル等に起因するデータはデータ異常☆1として評価・解析の対象から除外した。

2.1.1 空間γ線線量率

(1) 1時間毎のデータを対象として、降雨等の気象データを参考に、過去3年間の調査結果との比較・評価を行った。

(2) 得られたデータの月毎及び年間の最大値、最小値、平均値及びその標準偏差を求め、変動範囲を付録3に示した。

(3) 空間γ線線量率、γ線通過率☆2及び降水量の経時変化を付録3に示した。

(4) 空間γ線線量率の値は通過率及び降雨のデータとともにその変動を監視し、通常の変動幅（平均値±3σ）を外れるデータが得られた時は、その要因について調査を行った。

2.1.2 大気浮遊じんの全α・全β放射能濃度

(1) 集じん中及び2ステップ後ともに測定6時間目のデータを対象として、過去3年間の調査結果との比較・評価を行った。

(2) 得られたデータの月毎及び年間の最大値、最小値、平均値及びその標準偏差を求め、変動範囲を付録3に示した。

(3) 集じん中の全β/全α放射能濃度比☆3を求め、その経時変化を付録3に示した。

(4) 集じん中の全β/全α放射能濃度比については、通常の変動幅（平均値±3σ）を外れるデータが得られた時は、その要因について調査を行った。

☆1 自動測定装置や通信状態の異常を表す属性値（Status）が付加されたデータの他、測定装置の保守・点検時及び自動測定装置の積算流量の異常、ろ紙の装着に係るトラブル等、装置または人為的要素に起因するデータがある。

属性値、気象にかかるデータ異常、測定機器等の保守・点検日、自動測定装置のろ紙交換日及びその他のデータ異常発生日については、付録2に示す。

☆2 γ線通過率は、NaI(Tl)シンチレーション検出器により検出されたγ線のエネルギーを推定するための指標で、単位時間あたりのγ線計数率に対する線量率の比で算出される。一般に原子力発電所由来の人工放射性核種は、バックグラウンドのγ線よりエネルギーが低く、空間γ線線量率の上昇時に通過率が下降する。また、降雨による天然の放射性核種の影響を受けた場合には、通過率が上昇することが知られている。

☆3 原子力発電所由来の人工放射性核種にはβ線放出核種が多いことから、大気浮遊じんの全α及び全β放射能濃度の同時測定を行っている場合には、全α放射能濃度に対する全β放射能濃度の比の異常が人工放射性核種の有無の指標とされる。

2.2 自動測定データの解析結果

2.2.1 空間γ線線量率の解析結果

(1) 基本的な諸データ

各測定所の空間γ線線量率及びγ線通過率の変動を付表 8-1～8-12（付録 3・図表集Ⅱ集計表）に、また各測定所おける空間γ線線量率の年間の変動範囲を付図 1（付録 3・図表集Ⅰ変動範囲図）に示す。

(2) 変動範囲

全測定所の空間γ線線量率の変動範囲は、表 2 に示すとおり過去 3 年間の空間γ線線量率の変動範囲とほぼ同程度であった。

表 2　空間γ線線量率の変動範囲

(nGy/h)

測定所	解析結果				参考	
	平成 18 年 1 月～6 月		最大値出現月日及び天候 *1		平成 15 年 1 月～17 年 12 月	
	最小値 ～ 最大値	平均値	月日	天候	最小値 ～ 最大値	平均値
利　尻	5 ～ 55	11	5/22 6/21	雨 雨	5 ～ 128	14
竜飛岬	17 ～ 51	26	4/2 5/23	雨 雨	17 ～ 72	28
筑　波	30 ～ 66	33	5/24	雨	27 ～ 95*2	33
佐渡関岬	18 ～ 64	22	1/3	雪	17 ～ 66	23
越前岬	15 ～ 57	24	4/2	雨	14 ～ 86	25
伊自良湖	26 ～ 83	49	4/2	雨	17 ～ 116	53
隠　岐	45 ～ 80	49	2/8	雪	39 ～ 97	47
蟠竜湖	41 ～ 104	52	3/16	雨	41 ～ 121	54
檮　原	16 ～ 66	29	4/4	雨	14 ～ 92	30
対　馬	30 ～ 77	35	4/2	雨	30 ～ 102	35
五　島	26 ～ 77	29	5/10	雨	26 ～ 88	30
辺戸岬	20 ～ 72	23	6/6	雨	21 ～ 79	23

＊1　最大値出現日の天候については、気象庁気象データ電子閲覧室の天気概況を参照した。

＊2　筑波測定所における測定は平成 15 年 5 月 14 日から開始

(3) 変動要因の検討

各測定所における空間γ線線量率、降水量及びγ線通過率の経時変化を付図 3-1～3-12（付録 3・図表集Ⅲ経時変化図）に示す。これらのグラフを基に、空間γ線線量率が大きく変動している場合には、その変動要因を検討した。

空間γ線線量率の変動要因は、付表10（付録4）に示す事項が知られている。

空間γ線線量率の値が、各測定所における年間の平均値から標準偏差の 3 倍を外れたものについては、その回数を表3に示した。

表3　空間γ線線量率の変動とその要因
（平成18年1月1日～6月30日の調査結果）

測定所	空間γ線線量率（nGy/h）				平均値－3σを下回った回数	平均値＋3σを超えた回数	総デ－タ数（個）	要因
	最小値	最大値	平均値	標準偏差				
利　尻	5	55	11	4.5	0	67	4324	降雨・降雪の影響
竜飛岬	17	51	26	2.5	0	141	4240	降雨・降雪の影響
筑　波	30	66	33	1.3	0	221	4322	降雨の影響
佐渡関岬	18	64	22	3.9	0	66	4315	降雨・降雪の影響
越前岬	15	57	24	3.9	0	122	4343	降雨・降雪の影響
伊自良湖	26	83	49	6.8	0	43	4319	降雨・降雪の影響
隠　岐	45	80	49	2.4	0	123	4323	降雨・降雪の影響
蟠竜湖	41	104	52	5.0	0	114	4323	降雨・降雪の影響
檮　原	16	66	29	4.8	0	118	4325	降雨・降雪の影響
対　馬	30	77	35	2.7	0	222	4184	降雨の影響
五　島	26	77	29	3.7	0	146	4323	降雨の影響
辺戸岬	20	72	23	1.9	0	201	4231	降雨の影響

＊気象デ－タが得られない期間があったため、最寄りの測候所等の降雨情報及びγ線通過率の上昇から降雨等の影響と判断した。

①降雨による影響

全ての測定所において、降雨時に空間γ線線量率の増加及びγ線通過率の上昇が確認された。これは降雨・降雪に伴い、地表近くに集まった大気中のラドン及びその壊変生成物の影響によるものと考えられる。

②積雪による影響

利尻（付図 3-1）、竜飛岬（付図 3-2）、越前岬（付図 3-5）、伊自良湖（付図 3-6）、及び檮原（付図 3-9）の各測定所において、冬季に空間γ線線量率の低下が見られた。これは、大地からの放射線が積雪により遮蔽されたことによるものと考えられる。

(4)　人工放射性核種の影響について

空間γ線線量率の上昇に伴いγ線通過率が減少するような事例はなく、人工放射性核種の影響はなかったと判断された。

2.2.2 大気浮遊じんの全α・全β放射能濃度の解析結果

(1) 基本的な諸データ

各測定所の全α・全β放射能濃度及び全β/全α放射能濃度比の変動範囲を付表9-1〜9-12（付録 3・図表集Ⅱ集計表）に、全測定所の年間の全α・全β放射能濃度の変動範囲を付図 2-1〜2-4（付録 3・図表集Ⅰ変動範囲図）に示す。

(2) 放射能濃度の変動範囲

平成 18 年 1 月から 6 月の全測定所における全α・全β放射能濃度の「集じん中測定」及び「2 ステップ後測定」の放射能濃度範囲を表 4-1〜4-4 に示す。

「集じん中測定」の全α・全β放射能濃度の変動範囲は、最大で 3 桁の変動が見られた。

一般的に、大気中のラドン及びその壊変生成物の濃度は周辺の地質によりそのレベルに差があること、さらに気象条件によって最大で 200 倍（0.2〜20Bq/m^3）程度変動することが知られており、本調査結果における放射能濃度の変動も同様の要因によるものと考えられる。

また、「2 ステップ後測定」の全α・全β放射能濃度は、「集じん中測定」の結果と比較して、2 桁から 3 桁低い結果であるが、これは集じんろ紙に捕集されたラドンの壊変生成物が放射性壊変により減衰したためである。

全α・全β放射能濃度は、「集じん中測定」「2 ステップ後測定」のどちらについても、過去 3 年間の測定データの放射能濃度範囲と同程度であった。

(3) 変動要因の検討

各測定所における全α・全β放射能濃度及び全β/全α放射能濃度比の経時変化を付図 4-1〜4-60（付録 3・図表集Ⅲ経時変化図）に示す。これらのグラフをもとに、全α・全β放射能濃度及び全β/全α放射能濃度比が大きく変動している場合は、その変動要因を検討した。

全β/全α放射能濃度比の値が、各測定所の平均値から標準偏差の 3 倍を超えて外れたものについては、その回数を表 5 に示した。

2 ステップ後測定結果の高い場合について、集じん中の測定値と 2 ステップ後の測定値を比較したところ、減少の割合は 10 分の 1 程度であり、ラドンの壊変生成物の寄与より土壌の舞い上がり成分等の寄与が多かったことが考えられる。

全β/全α放射能濃度比が通常の範囲（平均値+3σ）を外れたのは、降雨時など大気浮遊じんの全α・全β放射能濃度が通常のレベル（10^{-6} のオーダー）の 10 分の 1 から 100 分の 1 のレベルの場合であった。これはそれぞれの放射能についての誤差(計

数誤差)が大きいため、その比の計算結果のバラツキが大きかったものと考えられる。なお、上記以外の時期は全β/全α放射能濃度比はほぼ一定の範囲内にあり、このことから人工放射性核種の影響はなかったと判断される。

平成 18 年 4 月には黄砂が日本各地で観測されたが、2 ステップ後の測定値は過去と同程度であった。また全α・全β放射能濃度の経時変化についても測定期間内の変動幅に収まっており、黄砂の影響は明確ではなかった。

(4) 測定機器等のトラブルについて

ダストモニターに次のようなトラブルがあり、全α・全β放射能濃度測定に影響を及ぼした。

①2 ステップ側積算流量値のリセット

筑波測定所において、3 月に 2 回、2 ステップ側の積算流量が測定中にリセットする現象が発生した。原因は 2 ステップ側装置の状態信号の取り込みを行っている DSP(デジタルシグナルプロセッサー)基盤内での信号処理に何らかの問題が発生したためと考えられるが、詳細な原因は不明であり、基盤を交換することで対処した。

なお、本トラブルが発生した期間のデータは欠測とした。

②サンプラー異常

対馬測定所において、3 月に定時のろ紙送り操作後、ダストサンプラーが「サンプラー異常」の状態となり停止した。原因はろ紙交換の際に、ろ紙が浮き上がった状態で装着され、徐々にずれが生じたためであった。ろ紙交換作業の注意点として、自動測定装置の取扱説明書にろ紙装着についての説明事項を新たに追加した。

なお、本トラブルが発生した期間のデータは欠測とした。

③ダストモニター集じん密着機構部の不具合

辺戸岬測定所(1 月)及び隠岐測定所(6 月)の点検時に業者(アロカ㈱)からダストモニター集じん密着機構部に隙間が生じ、測定所室内空気を吸引していた可能性があると連絡があった。集じん密着機構部に隙間が生じていたと考えられる期間のろ紙を目視で確認したが、室内空気の吸引の有無は判断できなかった。隙間が生じた原因は集じん密着機構部のオーリングの経年劣化によるものと考えられた。

なお、本トラブルが発生した期間のデータは欠測とせず採用することとした。

表 4-1　大気浮遊じんの全α放射能濃度（集じん中）　(10^{-6}Bq/cm^3)

測定所	解析結果 平成 18 年 1 月～6 月		参考 平成 15 年 1 月～17 年 12 月	
	最小値 ～ 最大値	平均値	最小値 ～ 最大値	平均値
利尻	0.046 ～ 3.2	0.54	0.019 ～ 3.0	0.49
竜飛岬	0.045 ～ 2.3	0.58	0.018 ～ 2.6	0.54
筑波*1	0.065 ～ 2.9	0.65	0.012 ～ 3.2	0.55
佐渡関岬	0.11 ～ 1.8	0.60	0.051 ～ 2.5	0.60
越前岬	0.070 ～ 1.8	0.67	0.029 ～ 2.3	0.58
伊自良湖	0.24 ～ 12	1.8	0.045 ～ 17	1.9
隠岐	0.14 ～ 3.7	1.1	0.024 ～ 3.0	0.68
蟠竜湖	0.077 ～ 9.1	1.8	0.036 ～ 7.5	1.7
檮原	0.023 ～ 2.5	0.83	0.0076 ～ 2.9	0.80
対馬	0.024 ～ 2.3	0.68	0.023 ～ 2.1	0.62
五島	0.014 ～ 2.9	0.60	0.0078 ～ 2.1	0.51
辺戸岬	0.018 ～ 7.3	1.4	0.0082 ～ 4.8	0.44

表 4-2 大気浮遊じんの全α放射能濃度（2 ステップ後）(*2)　(10^{-6}Bq/cm^3)

測定所	解析結果 平成 18 年 1 月～6 月		参考 平成 15 年 1 月～17 年 12 月	
	最小値 ～ 最大値	平均値	最小値 ～ 最大値	平均値
利尻	0 ～ 0.0088	0.0012	0 ～ 0.017	0.0014
竜飛岬	0.0000059～ 0.0094	0.0018	0 ～ 0.041	0.0022
筑波*1	0.0011 ～ 0.11	0.013	0.00054 ～ 0.088	0.012
佐渡関岬	0.00036 ～ 0.018	0.0047	0 ～ 0.098	0.0042
越前岬	0.00025 ～ 0.023	0.0052	0 ～ 0.085	0.0067
伊自良湖	0.00088 ～ 0.15	0.034	0.000051～ 0.25	0.041
隠岐	0.00050 ～ 0.20	0.048	0 ～ 0.15	0.015
蟠竜湖	0.00042 ～ 0.14	0.024	0.00017 ～ 0.16	0.026
檮原	0.00031 ～ 0.038	0.0093	0.000073～ 0.052	0.010
対馬	0.00057 ～ 0.034	0.010	0.00050 ～ 0.080	0.011
五島	0.00087 ～ 0.037	0.0074	0.00029 ～ 0.073	0.0081
辺戸岬	0 ～ 0.033	0.0051	0 ～ 0.056	0.0042

(*1) 筑波測定所における測定は平成 15 年 5 月 14 日から開始

(*2) 集じん終了後、12 時間後の測定データを集計

表 4-3　大気浮遊じんの全β放射能濃度（集じん中）　($10^{-6}Bq/cm^3$)

測定所	解析結果 平成18年1月～6月		参考 平成15年1月～17年12月	
	最小値 ～ 最大値	平均値	最小値 ～ 最大値	平均値
利尻	0.066 ～ 4.0	0.69	0.024 ～ 3.8	0.66
竜飛岬	0.055 ～ 2.8	0.76	0.025 ～ 3.1	0.70
筑波*1	0.092 ～ 3.6	0.88	0.025 ～ 3.9	0.77
佐渡関岬	0.16 ～ 2.3	0.78	0.063 ～ 3.0	0.76
越前岬	0.094 ～ 2.2	0.87	0.041 ～ 3.2	0.81
伊自良湖	0.31 ～ 15	2.3	0.056 ～ 21	2.4
隠岐	0.19 ～ 4.8	1.4	0.028 ～ 3.9	0.88
蟠竜湖	0.10 ～ 10	2.4	0.035 ～ 9.7	2.1
檮原	0.032 ～ 3.8	1.1	0.0081 ～ 3.8	1.1
対馬	0.040 ～ 2.7	0.88	0.030 ～ 2.7	0.85
五島	0.011 ～ 3.0	0.68	0.0065 ～ 2.4	0.62
辺戸岬	0.020 ～ 9.1	1.8	0.0065 ～ 6.1	0.56

表 4-4　大気浮遊じんの全β放射能濃度（2 ステップ後）(*2)　($10^{-6}Bq/cm^3$)

測定所	解析結果 平成18年1月～6月		参考 平成15年1月～17年12月	
	最小値 ～ 最大値	平均値	最小値 ～ 最大値	平均値
利尻	0 ～ 0.012	0.0025	0 ～ 0.024	0.0020
竜飛岬	0 ～ 0.015	0.0039	0 ～ 0.064	0.0026
筑波*1	0.0041 ～ 0.15	0.021	0.00049 ～ 0.13	0.020
佐渡関岬	0 ～ 0.027	0.0069	0 ～ 0.35	0.0068
越前岬	0 ～ 0.034	0.0077	0 ～ 0.12	0.0084
伊自良湖	0 ～ 0.22	0.050	0 ～ 0.37	0.061
隠岐	0.0024 ～ 0.32	0.081	0 ～ 0.24	0.026
蟠竜湖	0.00069 ～ 0.22	0.038	0 ～ 0.25	0.039
檮原	0 ～ 0.058	0.016	0 ～ 0.075	0.016
対馬	0 ～ 0.049	0.015	0 ～ 0.12	0.016
五島	0.00053 ～ 0.056	0.011	0 ～ 0.098	0.012
辺戸岬	0.00019 ～ 0.051	0.010	0 ～ 0.081	0.0060

(*1) 筑波測定所における測定は平成 15 年 5 月 14 日から開始
(*2) 集じん終了後、12 時間後の測定データを集計

表５　全β/全α放射能濃度比の変動とその要因
(平成18年1月1日～6月30日の調査結果)

測定所	全β/全α放射能濃度比				平均値−3σを下回った回数	平均値+3σを超えた回数	総データ数(個)	変動要因
	最小値	最大値	平均値	標準偏差				
利　尻	1.1	1.5	1.3	0.06	1	9	715	全α・全β放射能濃度が低い*1
竜飛岬	1.2	1.6	1.3	0.06	0	4	699	全α・全β放射能濃度が低い*1
筑　波	1.2	1.6	1.4	0.06	0	2	714	全α・全β放射能濃度が低い*1
佐渡関岬	1.2	1.5	1.3	0.06	0	1	706	全α・全β放射能濃度が低い*1
越前岬	1.2	1.6	1.3	0.06	0	6	720	全α・全β放射能濃度が低い*1
伊自良湖	1.1	1.5	1.3	0.06	0	4	714	全α・全β放射能濃度が低い*1
隠　岐	1.1	1.5	1.3	0.06	1	2	711	全α・全β放射能濃度が低い*1
蟠竜湖	1.2	1.6	1.3	0.06	0	4	714	全α・全β放射能濃度が低い*1
檮　原	1.2	1.7	1.4	0.10	0	3	707	全α・全β放射能濃度が低い*1
対　馬	1.1	1.7	1.3	0.08	0	7	685	全α・全β放射能濃度が低い*1
五　島	0.8	1.3	1.1	0.07	3	0	711	全α・全β放射能濃度が低い*1
辺戸岬	1.0	1.5	1.3	0.06	1	2	700	全α・全β放射能濃度が低い*1

*1 放射能濃度が低くなる原因としては、強風、降雨、積雪等の気象的な要因が考えられる。

2.3 監視システムの改善

①ダストモニターの不具合処置の水平展開

平成 18 年 1 月にダストモニター集じん部密着機構に隙間が生じていたとの報告があった。この原因は密着機構のオーリングの経年劣化によるものとされたことから、平成 18 年以降は年間 3 回の密着機構部の点検を行うこととなった。

②監視システムへの全β/全α放射能濃度比の対応基準値の登録

平成 17 年 6 月に、全β/全α放射能濃度比の対応基準値が監視システムに登録され、基準値超過時に第 2 モードへの移行が行なわれるようになった。

現在のところ、降雨等により全αおよび全β放射能濃度が低下し計数誤差が大きくなることによる第 2 モード移行はあるものの、人工放射性核種の影響による第 2 モード移行はない。

2.4 今後の課題

モニタリングの精度の維持向上のため、自動測定装置及び監視システムについて、以下の措置を講じることが望ましい。

(1) 第 2 モード運転データの識別

監視システムにおいて、第 2 モード運転におけるデータを識別する手段がなく、時間が経過した場合データを区別無く使用する恐れがある。このため、モードの識別をさせる必要がある。

(2) 気象情報の安定入手と関連機器メンテナンス情報の入手

気象データを受信できなかった場合、受信できない原因を調査すること、後日、データを回収することは難しい。気象データは、データの評価上重要なので、安定

的にデータが取れるよう、またメンテナンス情報が確実に入手できるようにする必要がある。

(3) 計数率の表示（自動測定装置による全α・全β放射能濃度の誤差の把握）

全α・全β放射能濃度が低い場合には全α・全β計数率は低く、それぞれの計数誤差が大きくなるため、全β/全α放射能濃度比のばらつきは大きくなる。現在の監視システムで表示していない計数率を表示させることにより、放射能濃度の誤差を併せて把握できるシステムとすることが望ましい。

(4) 測定所の停電時の対応

停電により1時間程度から数日程度の範囲の欠測が発生することがあるが、測定所が遠隔地にあるために、その復帰に長時間を要している。停電による欠測やデータ異常の発生を減少させるため、瞬間停電や比較的短時間の停電に対応できる無停電電源装置の導入を検討することが望ましい。

(5) 自動測定装置の経年劣化

定期点検における機器校正時にダストモニターの計数効率が判定基準を超えたため、校正用線源の再測定を行ったとのことであった。原因は自動測定装置の検出器の経年劣化とのことであり、計数効率は徐々に低下していることから、検出器の更新の検討が必要である。